



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : B01D 53/83, B01J 8/00, 8/14	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/43032 (43) Date de publication internationale: 20 novembre 1997 (20.11.97)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/00784</p> <p>(22) Date de dépôt international: 2 mai 1997 (02.05.97)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 96/05886 9 mai 1996 (09.05.96) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE [FR/FR]; 1 & 4, avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): MARTIN, Gérard [FR/FR]; 34 bis, avenue de Colmar, F-92500 Rueil-Malmaison (FR). DOLIGNIER, Jean-Christophe [FR/FR]; 119, avenue de Villiers, F-75017 Paris (FR). FLAMENT, Patrick [FR/FR]; 37, allée de la Forêt, F-78610 Auffargis (FR).</p> <p>(74) Représentant commun: INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE; 1 & 4, avenue de Bois Préau, F-92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i></p>	

(54) Title: INCINERATION FUME CLEANING PLANT WITH INTERNAL RECYCLING

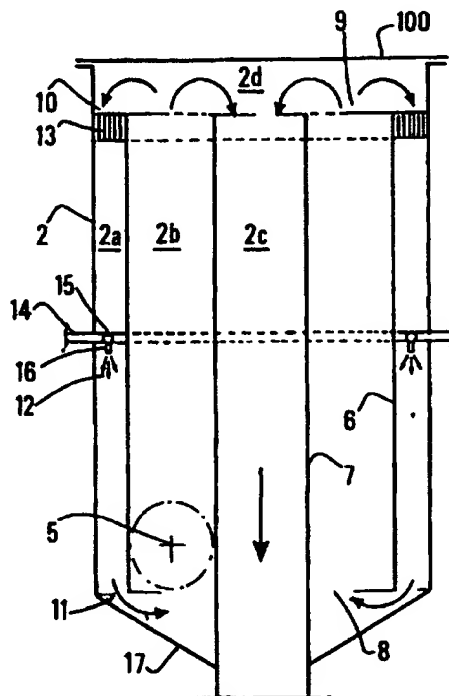
(54) Titre: INSTALLATION DE TRAITEMENT DE FUMÉES D'INCINERATION AYANT UN RECYCLAGE INTERNE

(57) Abstract

The invention features an incineration fume cleaning plant comprising: a first reactor (1) through which the fumes flow longitudinally, with an inlet and an outlet; means (3) for injecting an absorbent into the first reactor; a second reactor (2) with an inlet connected to the outlet of the first reactor, in which the fumes are rotated so as to separate gradually by centrifugal effect the solid gas particles flowing in them; means (2a, 2b) for recirculating in the installation at least part of the solid particles separated in the second reactor; means (2c) for evacuating the dedusted fumes; the first and the second reactors are mutually arranged such that the fumes enter the second reactor tangentially.

(57) Abrégé

Installation de traitement des fumées d'incinérateurs comprenant: un premier réacteur (1) à travers lequel les fumées s'écoulent longitudinalement, ayant une entrée et une sortie; des moyens (3) d'injection d'un absorbant dans le premier réacteur; un deuxième réacteur (2) ayant une entrée connectée avec la sortie du premier réacteur, dans lequel les fumées sont animées d'un mouvement rotationnel afin de séparer progressivement par effet centrifuge les particules solides des gaz qui y circulent; des moyens (2a, 2b) destinés à faire recirculer dans l'installation une partie au moins des particules solides séparées dans le deuxième réacteur; des moyens (2c) destinés à évacuer les fumées dépoussiérées; le premier et le deuxième réacteur sont mutuellement agencés de telle sorte que les fumées entrent tangentiellement dans le deuxième réacteur.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

INSTALLATION DE TRAITEMENT DE FUMÉES D'INCINÉRATION AYANT UN RECYCLAGE INTERNE

La présente invention concerne le domaine du traitement des fumées issues d'usines d'incinération.

- 5 Plus particulièrement l'invention concerne l'aspect structurel du traitement plutôt que l'aspect physico-chimique ; l'invention vise en effet à améliorer et donc à rendre plus efficace le contact entre la phase gazeuse et la phase particulaire.

- Le problème à l'origine de la présente invention concerne toutes les réactions gaz-solides mettant en oeuvre des produits pulvérulents et dépasse donc de ce fait
10 très largement le cadre du seul traitement des fumées précitées. Lorsque des réactions hétérogènes sont limitées par les processus diffusionnels, on a souvent intérêt à travailler avec des produits très fins, afin d'augmenter la surface de contact et de faciliter l'accès des gaz à l'intérieur des particules. La contre-partie de ce choix est que les fines particules, c'est-à-dire les particules qui ont des dimensions de
15 l'ordre du micron ou de quelques microns, sont très facilement entraînées par la phase gazeuse. Ainsi, dès leur introduction dans le système réactionnel, les fines particules acquièrent presque instantanément une vitesse de déplacement qui est quasiment celle du gaz qui les véhicule. Il en résulte que le temps de séjour des particules dans ledit système réactionnel est presque identique à celui des gaz. Or,
20 cette situation peut être pénalisante lorsque la réaction est lente et exigerait des temps de contact prolongés de la phase solide avec le gaz. Sur le plan de la chimie, les conséquences sont des rendements de conversion médiocres. Bien qu'il soit possible d'augmenter le rendement de conversion rapporté à la phase gaz en accroissant le débit de solides, cette option est souvent synonyme d'augmentation des coûts
25 opératoires.

Par ailleurs il a déjà été proposé dans le brevet FR 2 669 554 au nom du demandeur de désulfurer des gaz de combustion en fractionnant et en remélangeant plusieurs fois le flux gazeux additionné d'absorbant.

- Dans le cas plus précis du traitement en voie sèche des fumées des usines
30 d'incinération d'ordures ménagères, l'objectif est essentiellement de capter des polluants acides tel l'acide chlorhydrique, à l'aide d'absorbant comme la chaux.

L'opération s'effectue à basse température, c'est-à-dire entre 150 et 400°C, parfois en présence d'eau pour améliorer quelque peu les performances, dans des réacteurs de géométrie assez simple.

5 Un exemple de réacteur permettant le traitement des effluents est donné dans le brevet FR 2 636 720. Ce document décrit une canalisation munie d'un venturi en amont duquel sont disposés des moyens d'introduction de l'absorbant dans la veine gazeuse à traiter. Le venturi sert à assurer un mélange correct de la poudre avec les gaz. L'absorbant capte les composants acides pendant son séjour dans la canalisation. Le mélange gaz et absorbant achève son parcours dans un dépoussiéreur final, qui
10 peut être un électrofiltre ou un filtre à manches. Le temps de séjour de l'absorbant dans le système est sensiblement identique à celui des fumées et ne dépasse jamais quelques secondes (2 à 3 secondes par exemple).

Pour amener la réaction à son terme dans des conditions de stoechiométrie où le rapport molaire Ca/Cl est de 0,5, il faudrait des temps de séjour beaucoup plus
15 longs. C'est la raison pour laquelle, une fraction seulement de l'absorbant est utilisée. Avec les systèmes actuels, on peut typiquement capter 90% de l'acide chlorhydrique contenu dans des fumées d'usine d'incinération en utilisant des quantités d'absorbant correspondant à un rapport molaire Ca/Cl aux environs de 1 ; ceci signifie qu'à peine la moitié du potentiel de l'absorbant est aujourd'hui utilisé. Dans l'absorbant usé
20 soutiré au dépoussiéreur final, on retrouve donc un mélange de chlorure de calcium et de chaux n'ayant pas réagi. Le résidu de ce traitement n'est donc pas négligeable, puisqu'il représente 40 à 50 kg par tonne d'ordures ménagères traitée. Il se pose donc de plus en plus de problèmes d'élimination, dans un contexte où la mise en décharge est prohibée et où les traitements de stabilisation sont onéreux.

25 On notera que si l'on veut accroître le taux de captation de l'acide chlorhydrique, il faut très sensiblement augmenter la consommation d'absorbant frais ; ce qui se traduit évidemment par des volumes de résidus plus importants. Pour obtenir des rendements de captation des polluants acides plus élevés, une solution est de passer du traitement sec au traitement humide. Dans ce cas, les rendements de
30 captation de l'acide chlorhydrique sont plus élevés et peuvent atteindre 99%. Cette performance est atteinte avec des consommations d'absorbant réduites, puisqu'on peut alors travailler légèrement au-delà de la stoechiométrie. L'inconvénient de cette option est un coût d'investissement beaucoup plus élevé que dans le cas des

traitements en voie sèche, et en pratique, on ne trouve ce type d'installations que sur des unités de très grandes capacités.

L'objectif de la présente invention est d'approcher les performances des traitements en voie humide, en continuant à faire du traitement en voie sèche. Pour
5 augmenter le taux de captation des polluants acides, deux solutions sont a priori possibles : d'une part accroître le glissement entre gaz et particules mais alors les lois de la mécanique semblent difficiles à contourner ; ou bien procéder à un recyclage massif de l'absorbant sans faire appel à des moyens de séparation gaz-solides sophistiqués et onéreux. Cette deuxième voie est à la base de la présente invention.

10 Le concept inventif à la base de la présente invention consiste à utiliser un dispositif qui comporte une première zone où l'écoulement est sensiblement axial, suivie d'une seconde zone où l'écoulement est en rotation, de façon à séparer plus ou moins gaz et solides. L'installation selon l'invention comporte au moins deux entrées de gaz, dont l'orientation et les conditions de débit sont ajustées de telle sorte qu'on
15 obtienne une recirculation d'une majeure partie des particules séparées de l'écoulement dans la zone où celui-ci est en rotation.

Un premier avantage de l'invention réside dans la capacité du dispositif cyclonique à assurer un contact prolongé des réactifs solides avec la phase gazeuse, grâce au recyclage interne des particules. Le taux de recyclage peut être défini
20 comme le rapport massique du débit de solides en recirculation sur le débit de solides apporté par la première zone. Ce rapport peut être compris entre 0,5 et 50 ; ce qui signifie que dans les cas les plus favorables, le temps de séjour des solides sera 50 fois plus important que celui des gaz.

Dans le cas particulier de la déchloration de fumées d'incinération, le
25 recyclage interne de l'absorbant permet de capter plus de 98%, voire plus de 99% de l'acide chlorhydrique, tout en ayant des consommations d'absorbant qui ne dépassent pas la stoechiométrie de plus de 30%. Le recyclage permet aussi une meilleure utilisation de l'absorbant ; avec deux conséquences positives, d'abord de moindres besoins en absorbant frais, et ensuite, des quantités de résidus à éliminer plus faibles,
30 deux facteurs qui conduisent à une réduction des frais opératoires.

L'invention présente aussi un autre avantage lorsque les concentrations des espèces réactives gazeuses fluctuent dans le temps, et c'est une fois encore le cas avec l'incinération des déchets. En effet, la présence dans la zone réactionnelle d'un très large excès de réactifs solides par rapport aux réactifs gazeux, permet d'écrêter
5 tout dépassement de la concentration de ces derniers.

Un autre avantage du dispositif selon l'invention réside dans son extrême simplicité, puisqu'il est constitué d'un nombre réduit d'éléments statiques. Cette simplicité est synonyme de grande robustesse, de grande facilité d'entretien et de coûts d'investissement limités.

10 Un avantage supplémentaire de l'installation selon l'invention est sa souplesse de fonctionnement. L'appareil peut en effet travailler avec des débits de gaz à traiter et des débits de réactifs solides frais très variables. La concentration en solides dans la zone réactionnelle peut être contrôlée à partir du débit de gaz secondaire introduit.

Ainsi, la présente invention a pour objet une installation de traitement des
15 fumées d'incinérateurs comprenant :

- un premier réacteur à travers lequel les fumées s'écoulent longitudinalement, ayant une entrée et une sortie;
- des moyens d'injection d'un absorbant dans le premier réacteur;
- 20 - un deuxième réacteur ayant une entrée connectée avec la sortie du premier réacteur, dans lequel les fumées sont animées d'un mouvement rotationnel afin de séparer (progressivement) par effet centrifuge les particules solides des gaz qui y circulent;
- des moyens destinés à faire recirculer dans l'installation une partie au moins des particules solides séparées dans le deuxième réacteur;
- 25 - des moyens destinés à évacuer les fumées dépoussiérées

le premier et le deuxième réacteur étant mutuellement agencés de telle sorte que les fumées entrent tangentiellement dans le deuxième réacteur.

Plus particulièrement, le deuxième réacteur est essentiellement cylindrique et comprend trois zones

- un zone périphérique destinée à recueillir et/ou à recycler des fumées chargées en particules absorbantes;
- 5 - une zone intermédiaire où a lieu la mise en rotation de l'écoulement; et
- une zone centrale destinée à l'évacuation des fumées épurées.

Selon l'une de ses caractéristiques, l'invention comprend en outre un moyen tel un venturi placé dans le premier réacteur en aval des moyens d'injection de l'absorbant afin d'améliorer le mélange de l'absorbant avec les fumées à traiter.

- 10 Avantageusement, le premier réacteur peut présenter une section transversale qui diminue à l'approche de sa connection avec le deuxième réacteur.

Selon l'un des modes de réalisation de l'invention, les trois zones du deuxième réacteur sont coaxiales, et sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal du premier réacteur.

- 15 En outre, l'installation selon l'invention peut comprendre des moyens destinés à créer une dépression dans la zone périphérique.

- 20 Ces moyens peuvent comprendre un ensemble d'injecteurs destinés à distribuer de façon homogène un gaz tel que de la vapeur d'eau, ou une fraction des fumées à traiter, ledit gaz permettant d'aspirer les gaz présents dans la zone périphérique.

Additionnellement, l'installation comprend en outre des moyens, tels que des grilles, placés à l'entrée de la zone périphérique, et destinés à modifier la nature de l'écoulement entre la zone intermédiaire et la zone périphérique.

- 25 Selon l'un des modes de réalisation de l'invention, l'axe principal du deuxième réacteur est sensiblement vertical.

Selon l'une de ses caractéristiques, l'installation comprend en outre un élément placé entre la zone intermédiaire et la zone périphérique et destiné à séparer le flux sortant de la zone intermédiaire.

5 Selon une autre caractéristique, l'installation comprend un élément (80) de liaison entre le deuxième réacteur et le premier réacteur, destiné à diriger les fumées chargées en particules vers le premier réacteur.

Conformément à un autre mode de réalisation de l'invention, l'axe principal du deuxième réacteur est sensiblement horizontal.

10 D'autres détails, caractéristiques, et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre faite à titre illustratif et nullement limitatif en référence aux figures annexées sur lesquelles:

- la figure 1 est une coupe longitudinale d'un deuxième réacteur selon l'invention;
- la figure 2 est une coupe montrant la liaison entre le premier et le deuxième réacteur selon l'invention;
- 15 - la figure 3 est une coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation du deuxième réacteur selon l'invention;
- la figure 4 est une vue de face écorchée d'un deuxième réacteur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- la figure 5 est une vue de dessus (sans fermeture supérieure) du deuxième réacteur
20 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention;
- la figure 6 est une coupe simplifiée du premier et du deuxième réacteurs selon un troisième mode de réalisation de l'invention;
- la figure 7 est une vue de face du troisième mode de réalisation de l'invention;
- la figure 8 est une vue schématique de côté d'un quatrième mode de réalisation de
25 l'invention; et
- la figure 9 est une vue schématique de dessus du quatrième mode de réalisation de l'invention.

Un premier mode de réalisation de l'invention est illustré de façon schématique sur les figures 1 et 2, à considérer en relation puisque la figure 1
30 concerne le deuxième réacteur de l'installation tandis que la figure 2 montre plutôt le premier réacteur de l'installation.

L'installation selon l'invention est en effet essentiellement constituée d'un premier réacteur 1 (ou tubulure) par lequel les gaz entrent, et d'un deuxième réacteur 2 où le courant gazeux est animé d'un mouvement hélicoïdal.

La tubulure 1 peut présenter une section cylindrique, rectangulaire ou toute
5 autre. En amont de la tubulure 1, on trouve un (ou des) injecteur(s) 3 d'absorbant
frais. En aval de cette injection, il peut être prévu un dispositif du type venturi 4 ou
équivalent qui assure un bon mélange de l'absorbant frais avec les fumées à traiter. Il
peut éventuellement y avoir plusieurs dispositifs de mélange placés en série dans le
réacteur 1. Il est possible aussi d'injecter de l'eau ou de la vapeur d'eau dans la
10 tubulure 1, cette injection pouvant se faire en amont ou en aval de l'injecteur
d'absorbant 3 (l'injection d'eau n'est pas représentée sur les figures 1 et 2). La
tubulure 1 présente une sortie connectée à l'entrée du deuxième réacteur.

Selon ce mode de réalisation de l'invention, le deuxième réacteur 2 est
essentiellement cylindrique avec un axe longitudinal sensiblement orienté
15 verticalement. Il est totalement obturé dans des parties supérieures par un disque
100.

Le deuxième réacteur 2 comprend essentiellement trois zones qui peuvent
être coaxiales :

- une zone périphérique 2a destinée au recyclage des particules d'absorbant ;
- 20 - une zone intermédiaire 2b, essentiellement annulaire, qui est la zone réactionnelle
proprement dite; et
- une zone centrale (ou axiale) 2c pour l'évacuation des fumées traitées.

La zone intermédiaire est donc interposée entre la zone périphérique et la
zone centrale.

25 La séparation physique entre les zones 2a et 2b est réalisée par un interne 6
sensiblement cylindrique tandis que la séparation entre les zones 2b et 2c est
matérialisée par un élément tubulaire 7.

Le premier réacteur 1 est directement connecté à la zone réactionnelle 2b via
une lucarne 5.

Ainsi, les effluents à traiter, chargés en absorbant, sont introduits tangentiellement dans la partie basse 8 du réacteur 2 : ils décrivent dans la zone réactionnelle 2b une pseudo-spirale ascendante.

5 Pendant ce parcours, tout ou partie des particules contenues dans le gaz sont progressivement centrifugées et regroupées à proximité de l'interne cylindrique 6.

Arrivés à l'extrémité supérieure 9 de la zone 2b, les gaz entrent dans la zone 2d où ils se partagent en deux flux : un flux de gaz principal peu chargé en particules et qui est évacué par la tubulure centrale 2c, et un flux de gaz secondaire chargé avec l'essentiel des particules et qui passe dans la zone périphérique de recyclage 2a.

10 Le flux de gaz secondaire chargé en particules traverse la zone périphérique 2a, de l'extrémité supérieure 10 à l'extrémité inférieure 11 c'est-à-dire selon un mouvement descendant. Afin de maintenir et de renforcer cette circulation, des jets de gaz 12 sensiblement dirigés vers l'extrémité inférieure 11 y créent une dépression.

15 A l'extrémité supérieure 10 de la zone 2a on peut prévoir un dispositif 13, comme par exemple une grille, destiné à modifier l'écoulement, en passant d'un écoulement rotationnel à un écoulement axial. Ce dispositif 13 peut être placé perpendiculairement à l'axe principal du dispositif comme représenté sur la figure 1, ou encore placé plus ou moins dans le prolongement de l'interne 6.

20 La production des jets de gaz 12 est assurée par un dispositif qui comporte une alimentation en gaz 14, un anneau torique 15 percé d'orifices 16 sensiblement orientés vers l'extrémité 11 de la zone 2a. Ces orifices 16 sont en général équirépartis sur l'ensemble de l'anneau torique 15, de façon à assurer une distribution homogène du gaz. Le gaz d'entraînement peut être un gaz quelconque qui ne participe pas à la réaction, mais il peut aussi être constitué par une fraction du gaz à traiter, cette
25 fraction de gaz à traiter étant par exemple prélevée en amont de la tubulure 1. Dans le cas de la déchloration des fumées, ce gaz peut également être de la vapeur d'eau, connue pour avoir un rôle bénéfique dans le processus de captation de l'acide chlorhydrique par les absorbants calciques. Les jets 12 créent donc un mouvement d'aspiration des gaz présents dans la zone 2a, qui agit plus particulièrement sur la
30 fraction de gaz fortement chargée en particules.

Dans la partie basse 17 du réacteur 2, l'interne 6 ne repose pas sur le fond 17 de sorte qu'un passage est prévu pour le flux gazeux sortant de la zone 2a, qui dirige ce flux à nouveau vers la zone réactionnelle 2b.

Autrement dit, à l'extrémité inférieure 11 de la zone 2a, les gaz fortement chargés en particules sont recyclés dans la zone 2b ; ceci permet d'accroître très sensiblement la concentration en absorbant dans ladite zone. Le fond 17 du dispositif cyclonique 2 peut avoir une forme tronconique comme illustré sur la figure 1, mais d'autres formes qui, par exemple, "épouseraiient" mieux l'écoulement sont aussi possibles.

En outre, on peut prévoir des injections complémentaires de gaz (non représentées) dans le fond 17 pour faciliter la circulation de la suspension gaz-solides, afin d'éviter la sédimentation de particules dans des zones où les vitesses des fluides sont faibles, ou encore pour aider au réentraînement du courant gaz-solides migrant dans le fond 17 par le courant gazeux issu de la tubulure 1.

La vitesse de circulation des gaz à traiter dans la zone tubulaire 1 est comprise entre 2 et 200 m/s et de préférence entre 5 et 50 m/s. Les particules introduites ont une densité comprises entre 0,1 et 10 et de préférence entre 1 et 3. La granulométrie de ces particules varie entre 0,2 et 100 micromètres et de préférence entre 2 et 30 micromètres. Les débits de solides sont calculés de façon à avoir des charges en particules dans la tubulure 1, comprises entre 0 et 5 kg/Nm³ et de préférence entre 0,01 et 0,1 kg/Nm³. Le rapport longueur/diamètre de la zone tubulaire peut être compris entre 2 et 50 et de préférence entre 5 et 20. La section de la lucarne 5 peut être plus faible que celle de la tubulure 1, de façon à augmenter la vitesse de la suspension gaz - particules à l'entrée de la zone réactionnelle 2-b, et ainsi accroître l'effet d'aspiration et de réentraînement du courant gazeux chargé en absorbant recyclé.

La géométrie du dispositif cyclonique 2 peut être plus précisément définie par le rapport H/D, où H est la hauteur de l'ensemble de la partie cylindrique et D son diamètre extérieur. Ce rapport peut être compris entre 1 et 20 et de préférence 1 et 3.

La distance entre l'élément tubulaire 7 et l'interne 6 peut être sensiblement identique au diamètre ou à la largeur de la lucarne 5, mais cette distance peut

éventuellement être plus grande. Le diamètre de la tubulure de sortie 7 est déterminé afin d'avoir une vitesse de circulation des gaz comprises entre 2 et 200 m/s, et de préférence entre 5 et 50 m/s. Le diamètre et le nombre d'orifices 16 sont calculés de façon à avoir des vitesses de sortie comprises entre 10 et 300 m/s et de préférence entre 20 et 50 m/s. Le débit massique de gaz introduit dans l'anneau de distribution 15 représente entre 1 et 100%, et de préférence entre 5 et 20 % du débit de gaz à traiter. En régime établi, la concentration en particules dans la zone réactionnelle 2a est très importante et peut atteindre 100 kg/Nm³. Bien évidemment, puisque les conditions de fonctionnement sont stabilisées, la concentration en particules à la sortie est sensiblement la même qu'à l'entrée.

La figure 3 illustre une variante de l'installation où la partie supérieure de la zone 2b est équipée d'un interne 19 de géométrie sensiblement cylindrique, et qui a pour fonction d'aider au partage du gaz circulant dans la zone 2b, entre la fraction fortement chargée en particules et la partie faiblement chargée en particules. Cet interne 19 est placé de façon à recouvrir partiellement l'interne 6 pour former avec lui un passage 30 par lequel transite la fraction de gaz fortement chargée en particules.

Ainsi la fraction de gaz chargée en particules suit le cheminement indiqué par un double fléchage sur la figure 3, tandis que les gaz quasi épurés s'écoulent selon les flèches simples, au plus près de l'axe longitudinal du réacteur 2.

Les figures 4 et 5 représentent un autre mode de réalisation où la zone périphérique de recyclage 2a a été modifiée. Ladite zone 2a comprend, dans le sens de l'écoulement du courant recyclé (c'est-à-dire du haut vers le bas), un premier espace annulaire 20 ouvert vers le haut, qui est délimité par des plaques convergentes 21. Les plaques convergentes 21 sont connectées par leurs extrémités inférieures à des tubulures 22 de section rectangulaires ou cylindriques ou autre encore ; lesdites tubulures sont orientées verticalement et débouchent à leur extrémité inférieure dans la zone réactionnelle 2b par l'intermédiaire d'orifices 23. Les orifices 23 ont une géométrie telle que l'injection de la suspension particulaire dans la zone réactionnelle 2b se fait préférentiellement de manière tangentielle.

La figure 5 montre que la zone périphérique 2a comprend quatre zones formées de plaques convergentes 21, mais ce nombre peut éventuellement être différent.

L'entraînement du courant recyclé s'effectue par l'intermédiaire d'un gaz secondaire qui est injecté à l'aide du dispositif 24. Ce dispositif comporte une tubulure torique 25 entourant le dispositif cyclonique 2 et alimentée en gaz par la ligne 26. Ladite tubulure torique 25 alimente elle-même des conduits 27 dont
5 l'extrémité en aval est dirigée de façon à induire un écoulement gazeux dans la zone de recyclage 2a, de l'extrémité 10 à l'extrémité 11. Cette configuration présente l'avantage de limiter la consommation de gaz secondaire.

Les figures 6 et 7 (vue de face) illustrent encore un autre mode de réalisation de l'invention. Dans cette installation, le gaz à traiter arrive par une canalisation 50,
10 traverse une première zone (ou premier réacteur) 51 où ledit gaz est en écoulement sensiblement axial, puis une seconde zone (ou second réacteur) 52 où l'écoulement est mis en rotation. La zone 51 peut avoir par exemple une section rectangulaire. Elle présente un axe principal sensiblement vertical. La zone 52 surmonte la zone 51 et est constituée d'une enceinte sensiblement cylindrique dont l'axe longitudinal est de
15 préférence sensiblement horizontal.

Le réactif solide, ou l'absorbant dans le cas d'un traitement de fumées, est introduit à l'extrémité amont de la zone 51, grâce à un (ou des) injecteur(s) 53. L'injection peut aussi se faire en amont de la zone 51, comme par exemple dans la canalisation 50. La zone 51 peut être équipée d'un dispositif 54 tel un venturi, afin
20 d'améliorer le mélange entre gaz et solides. A l'extrémité aval de la zone 51, la suspension gaz-solides est accélérée en passant au travers d'une zone à section rétrécie 55. Ladite suspension entre ensuite dans la zone 52 et passe dans une volute 56 où l'écoulement est mis en rotation en parcourant approximativement 3/4 de la circonférence de la volute. Les particules sont soumises aux forces centrifuges et de
25 ce fait se concentrent à la partie périphérique de la volute.

En sortie de la volute 56, le courant gazeux est partagé en deux grâce à un interne 57. La partie de l'écoulement suivant l'extrado est fortement chargée en particules et est dirigée vers une zone 58, tandis que la partie de l'écoulement suivant l'intrado est peu chargée en particules et passe dans la conduite d'évacuation
30 horizontale 59. L'interne 57 est positionné de façon à ne capter qu'une petite partie de l'écoulement gazeux. La zone 58 peut être un passage vertical droit de section rectangulaire accolé à la zone 51. Sans sortir du cadre de l'invention, la zone 58 peut

être constituée d'un ensemble de canalisations verticales ayant chacune sa propre injection de gaz.

Les injecteurs de gaz 60 sont préférentiellement dirigés vers le bas de façon à créer un mouvement d'aspiration en sortie de volute 56. Les conditions de vitesse et de débit dans ces injecteurs sont identiques à celles évoquées à propos du mode de réalisation selon les figures 1 ou 2. Là aussi, le gaz injecté peut être un gaz neutre ou directement une fraction du gaz à traiter.

En aval de la zone 58, la suspension gaz-solides rejoint l'écoulement principal par le passage 61, dont l'orientation et la géométrie sont ajustées de façon à favoriser un phénomène de succion.

La figure 7 est une vue de face du mode de réalisation selon la figure 6 qui montre la zone 51 avec une série d'injecteurs 53 et surmontée de la zone 52. La zone de transition 55 entre le premier réacteur et le deuxième réacteur peut aussi être rétrécie en largeur afin d'accélérer l'écoulement. La figure 7 représente une seule zone cylindrique 52, mais il peut aussi être envisagé d'avoir plusieurs zones 52 montées sur une ligne commune d'évacuation des gaz 59. Autrement dit, le passage des gaz de la volute 56 à la ligne d'évacuation 59 peut se faire sur toute la largeur de l'installation ou seulement en des points particuliers.

Les figures 8 et 9 illustrent de façon schématique encore une autre installation conforme à l'invention.

Cette installation comprend, comme les installations selon les figures 1 à 5, un premier réacteur tubulaire 70 d'axe sensiblement horizontal ; des moyens 71 d'injection d'absorbant et préférentiellement un ou plusieurs venturi 69. La section transversale de ce réacteur diminue à l'approche de sa connection avec le deuxième réacteur 72 qui présente un axe principal sensiblement vertical. Le mélange des gaz à traiter et de l'absorbant, réalisé dans le réacteur 70, permet d'y amorcer la réaction de captation des gaz acides.

Le mélange gaz-solide pénètre tangentiellement dans le deuxième réacteur 72 via la zone 74 de section réduite par rapport au réacteur 70. Le mélange pénètre donc dans le deuxième réacteur 72 avec une vitesse comprise entre 5 et 150 m/s, de préférence de l'ordre de 50 m/s.

Le mélange est en outre animé d'un mouvement tourbillonnaire dû à l'entrée tangentielle.

La réaction de capture des gaz acides se poursuit donc dans le deuxième réacteur 72, d'abord dans la zone supérieure 75a de section constante puis dans la zone inférieure 75b qui présente une section décroissante vers le bas, par exemple en
5 forme d'entonnoir.

Un interne 77 est placé dans le bas de la zone 75b, coaxialement à ladite zone. L'interne 77 permet d'isoler les effluents riches en particules qui, sous l'effet de la force centrifuge, se retrouvent en périphérie, dans une zone 75c.

10 En bas de l'interne 77 et de la zone 75b est prévue une conduite 80 de recyclage qui relie la zone 75b au premier réacteur 70, de préférence en amont des injecteurs 71 et du venturi 69.

Un ou plusieurs venturi 79 peuvent être disposés dans la conduite 80 dont la section transversale peut décroître à l'approche de la connection avec le réacteur 70 ;
15 ces différents moyens, connus en eux-mêmes, permettent en effet d'augmenter la vitesse des fumées.

En outre, un gaz moteur peut être injecté par un moyen 78, dans la conduite 80, préférentiellement en-dessous de la zone d'extraction 75b. Avantageusement l'injecteur 78 peut être placé au niveau du col du venturi 79 afin d'y créer une
20 dépression.

L'essentiel des fumées ayant transité dans le deuxième réacteur 72 en sort, épuré, par une conduite centrale axiale 76.

L'interne 77 peut présenter un fond plein ou en être dépourvu de façon à autoriser un recyclage des fumées et à prévenir l'accumulation des solides.

REVENDICATIONS

1) Installation de traitement des fumées d'incinérateurs comprenant :

- 5 - un premier réacteur (1 ; 51 ; 70) à travers lequel les fumées s'écoulent longitudinalement, ayant une entrée et une sortie;
 - des moyens (3 ; 53 ; 71) d'injection d'un absorbant dans le premier réacteur;
 - un deuxième réacteur (2 ; 52 ; 72) ayant une entrée connectée avec la sortie du premier réacteur, dans lequel les fumées sont animées d'un mouvement rotationnel afin de séparer par effet centrifuge les particules solides des gaz qui y circulent;
 - 10 - des moyens (2a, 2b ; 61 ; 80) destinés à faire recirculer dans l'installation une partie au moins des particules solides séparées dans le deuxième réacteur;
 - des moyens (2c ; 59 ; 76) destinés à évacuer les fumées dépoussiérées,
- caractérisé en ce que le premier et le deuxième réacteur sont mutuellement agencés de telle sorte que les fumées entrent tangentiellement dans le deuxième réacteur, et
- 15 en ce que le deuxième réacteur est essentiellement cylindrique et comprend trois zones
- une zone périphérique (2a ; 58 ; 75c) destinée à recueillir et/ou à recycler des fumées chargées en particules absorbantes;
 - une zone intermédiaire (2b ; 56) où a lieu la mise en rotation de l'écoulement; et
 - 20 - une zone centrale (2c ; 59 ; 76) destinée à l'évacuation des fumées épurées.

2) Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un moyen tel un venturi (4 ; 54 ; 69) placé dans le premier réacteur (1) en aval des moyens (3 ; 53 ; 71) d'injection de l'absorbant afin d'améliorer le mélange de l'absorbant avec les fumées à traiter.

3) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le premier réacteur (1) présente une section transversale qui diminue à l'approche de sa connection avec le deuxième réacteur (2).

5 4) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que les trois zones du deuxième réacteur sont coaxiales, et sensiblement perpendiculaires à l'axe longitudinal du premier réacteur.

5) Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des moyens (14, 15, 16 ; 24 ; 60) destinés à créer une dépression dans la zone périphérique (2a).

10 6) Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que lesdits moyens comprennent un ensemble d'injecteurs (16 ; 27 ; 60) destinés à distribuer de façon homogène un gaz tel que de la vapeur d'eau, ou une fraction des fumées à traiter, ledit gaz permettant d'aspirer les gaz présents dans la zone périphérique (2a).

15 7) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des moyens, tels que des grilles (13), placés à l'entrée de la zone périphérique (2a) dudit deuxième réacteur, et destinés à modifier la nature de l'écoulement entre la zone intermédiaire et la zone périphérique.

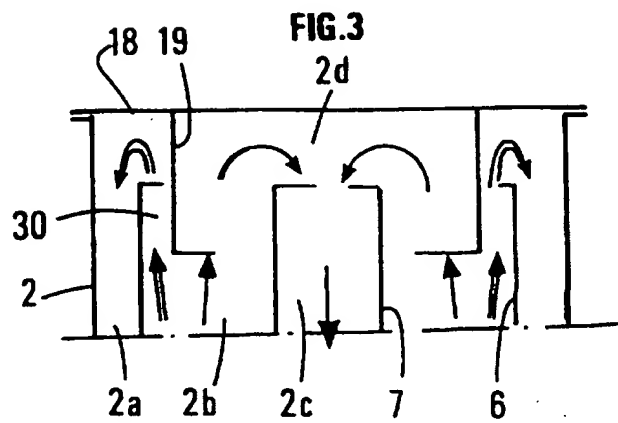
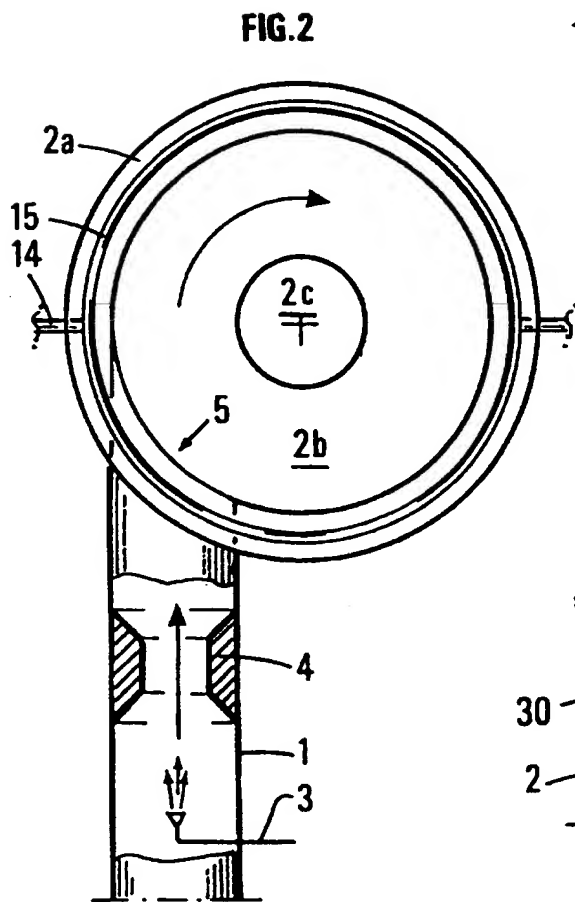
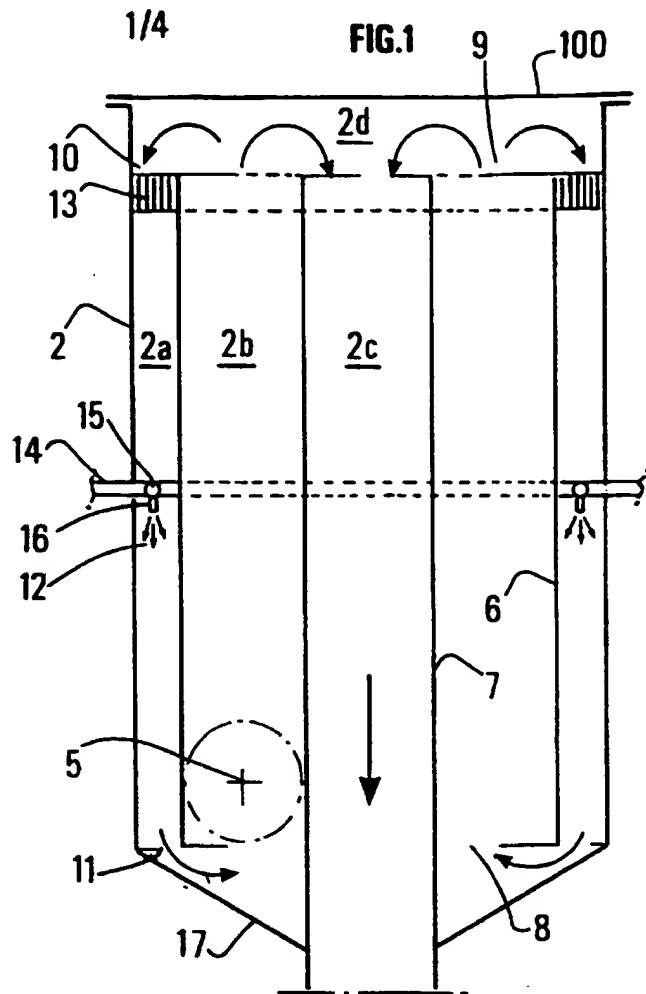
20 8) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'axe principal du deuxième réacteur est sensiblement vertical.

9) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un élément (18, 19) placé entre la zone intermédiaire et la zone périphérique du deuxième réacteur et destiné à séparer le flux sortant de la zone intermédiaire.

25 10) Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que l'axe principal du deuxième réacteur est sensiblement horizontal.

11) Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un élément (80 ; 58) de liaison entre le

deuxième réacteur et le premier réacteur, destiné à diriger les fumées chargées en particules vers le premier réacteur.



2/4

FIG.4

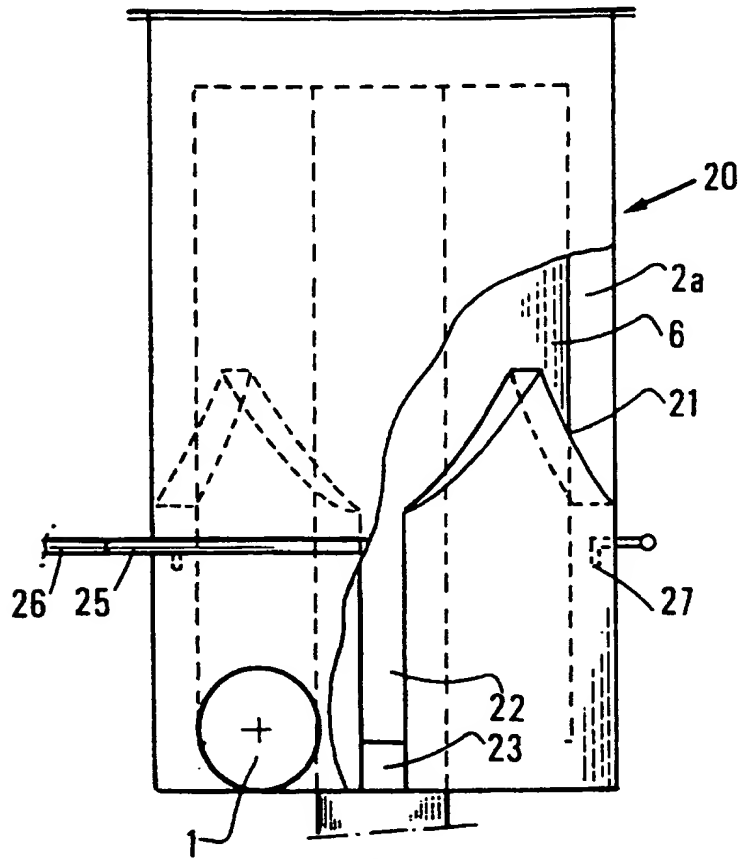


FIG.5

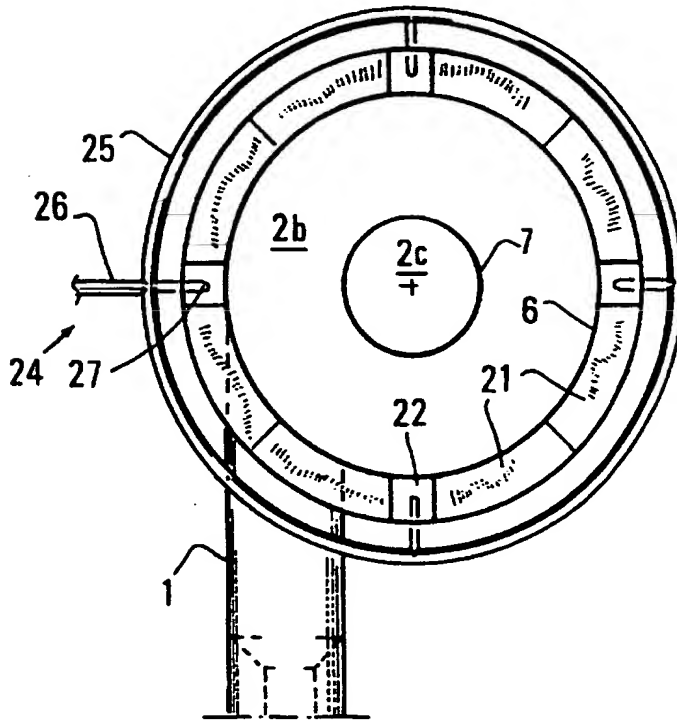


FIG 6

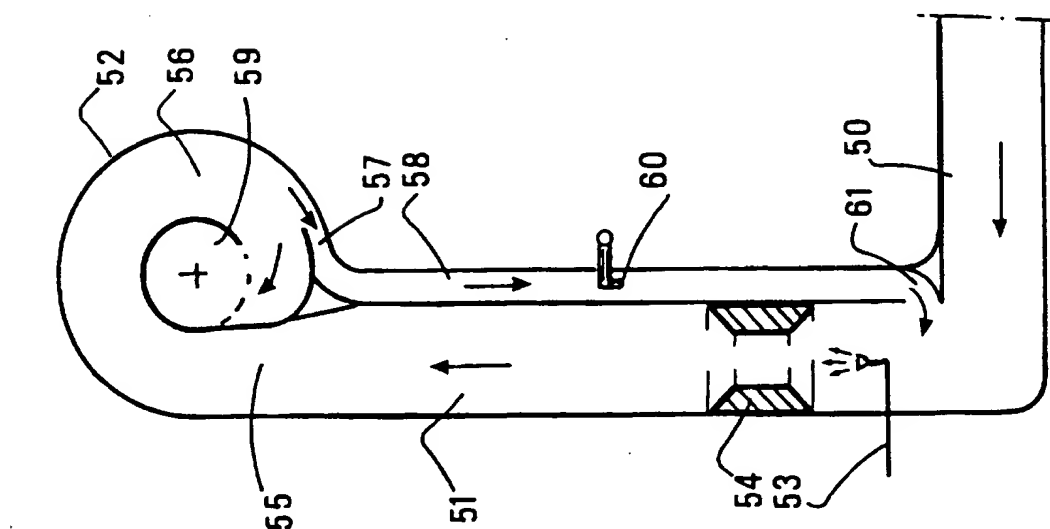


FIG.7

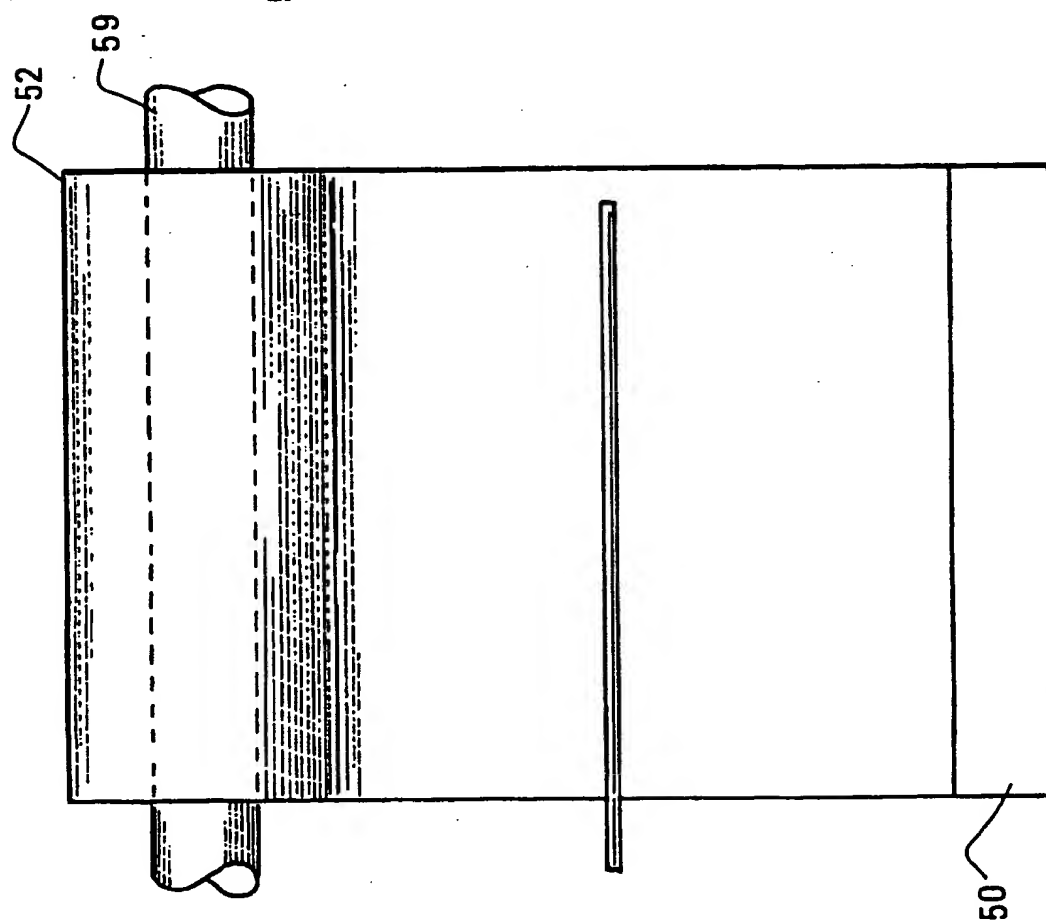


FIG.8

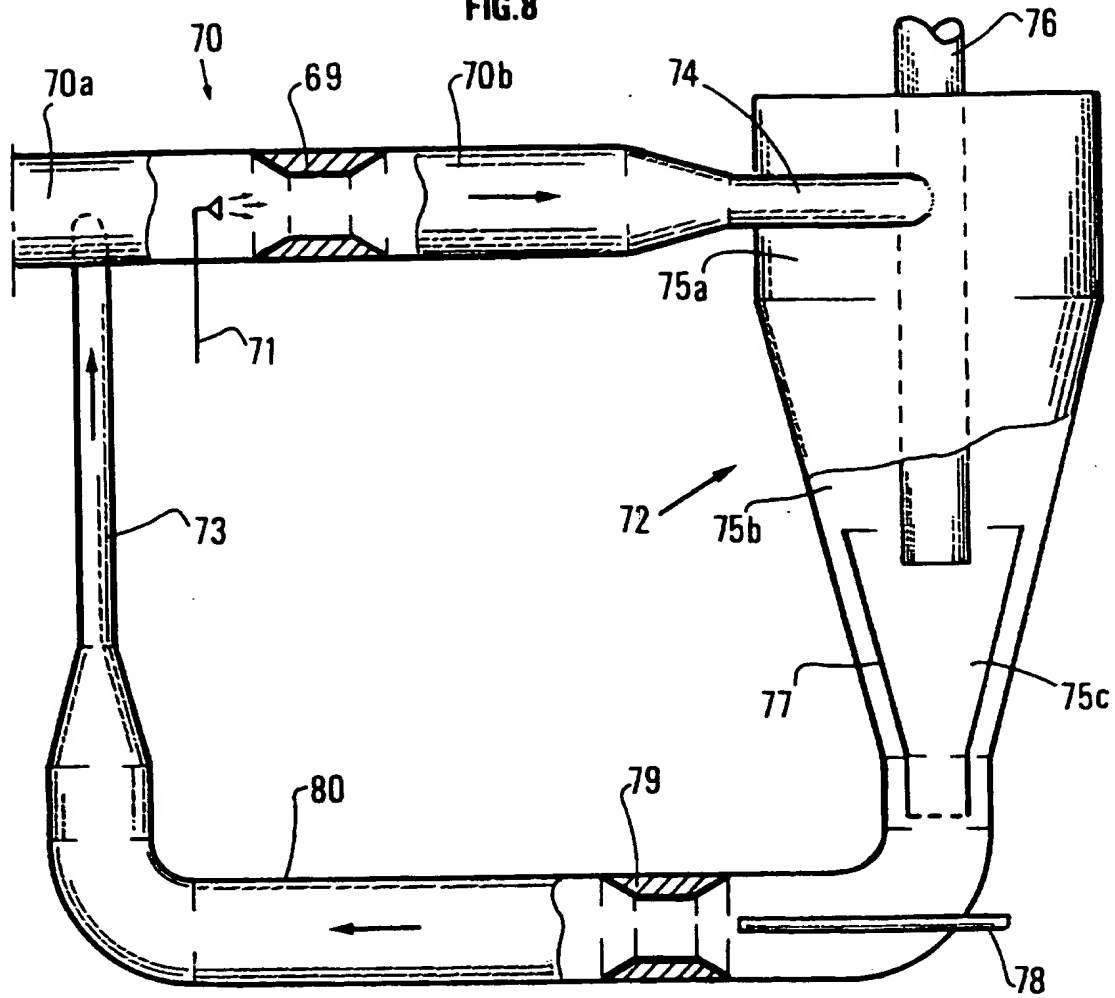


FIG.9

